



## Beschreibung

## Verfahren zur Pegeleinstellung für optische Signale

5 Optische Signale werden über Lichtwellenleiter übertragen. Zu ihrer Verstärkung werden häufig Faserverstärker verwendet. Diese verwenden entweder speziell dotierte Faserstücke oder nutzen nichtlineare Effekte auf normalen Übertragungsfasern aus, wie der in ntz, Band 43, (1990), Heft1, Seite 1 be-

10 schriebene Faser-Raman-Verstärker.

Bei vielen Übertragungseinrichtungen werden auch Dämpfungsglieder eingesetzt, mit denen erforderliche Pegelwerte, beispielsweise die Eingangspegel von Verstärkern, eingestellt

15 werden, wie dies beispielsweise in IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, Vol. 6.No.4, April 1994, Seiten 509 bis 512 beschrieben ist.

Moderne Übertragungssysteme verwenden das Wellenlängenmultiplexverfahren, bei dem mehrere Übertragungskanäle zu einem Übertragungsband zusammengefaßt werden, das gemeinsam verstärkt wird. Durch den Ramaneffekt kommt es zu einer Verkip-

20 pung der Signale, die durch nichtlineare Verstärker und Filter kompensiert wird. Der Pegel und die Verkipfung sollen für viele Anwendungszwecke häufig unabhängig voneinander einstellbar sein.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren und eine

30 Anordnung zur Einstellung des Pegels und der Verkipfung für optische Signale anzugeben.

Ein entsprechendes Verfahren ist im Patentanspruch 1 angegeben. In einem unabhängigen Patentanspruch ist ein geeignetes

35 Einstellglied beschrieben.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Der Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahren ist es, daß der  
5 Signalpegel und die Verkippung unabhängig voneinander ein-  
stellbar sind. Durch das Verfahren kann das Signal, bei-  
spielsweise ein Wellenlängenmultiplexsignal, sowohl verstärkt  
als auch abgeschwächt werden. Außerdem kann die Verkippung in  
10 größeren Bereichen geändert werden, so daß eine gewünschte  
Entzerrung des Signals erfolgt. Durch Pumplaser werden Pump-  
signale mit Wellenlängen oberhalb und unterhalb des Übertra-  
gungsbandes eingespeist. Diese Pumpsignale entziehen dem  
Signal entweder Energie oder führen ihm Energie zu. Durch  
15 Veränderung der Pumpenergie wird das Signal also verstärkt  
oder gedämpft, wobei gleichzeitig eine Verkippung auftritt.  
Durch die geeignete Wahl der Pumplaserwellenlängen können Ge-  
winn und Verkippung in weiteren Bereichen gesteuert werden.

Das Verfahren ist einfach und mit geringem Aufwand zu reali-  
20 sieren. Die Anordnung kann auch vorzugsweise nur als Däm-  
pfungsglied ausgeführt werden.

Es ist vorteilhaft, wenn die Pumpenergie am empfangsseitigen  
Ende eingespeist wird, da dies zu seinem günstigeren  
25 Rauschverhältnis führt. Die Verkippung ist abhängig vom Ab-  
stand der Wellenlänge des Pumplasers zur mittleren Wellen-  
länge des Signals. Durch die Wahl der Pumpwellenlänge kann  
daher der Grad der Verkippung in Abhängigkeit von der Däm-  
pfung bestimmt werden. Das „optische Dämpfungsglied“ kann  
30 auch zur Pegelregelung des empfangsseitigen optischen Signals  
verwendet werden. Bei einem besonders einfachen auf den je-  
weiligen Anwendungsfall zugeschnittenen Dämpfungsglied wird  
nur ein Laser verwendet, wodurch eine gewünschte Abhängigkeit  
zwischen Dämpfung und Verkippung hergestellt wird.

35

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand von Figuren  
näher erläutert.

Es zeigen:

- Figur 1      ein Prinzipschaltbild zur Pegeleinstellung  
eines optischen Signals,  
Figur 2      den Pegelverlauf eines optischen Signals in  
Abhängigkeit von zwei Pumpsignalen und  
Figur 3      eine Einrichtung zur Pegelregelung.

Figur 1 zeigt einen Übertragungsabschnitt mit einer Sendeeinrichtung S, beispielsweise einem Laser oder einem Verstärker, der ein optisches Signal  $OS_s$  mit einem größeren Wellenlängenbereich  $\lambda_s$  in einen Lichtwellenleiter LW einspeist, und eine Empfangseinrichtung R, die ebenfalls einen Verstärker aufweist. Bei dem optischen Signal kann es sich beispielsweise um ein digitales Multiplexsignal mit einer größeren Bandbreite oder um ein Wellenlängenmultiplexsignal handeln. Das durch die Übertragungsstrecke gedämpfte optische Signal (Empfangssignal)  $OS_E$  wird der Empfangseinrichtung R zugeführt.

Empfangsseitig sind zwei Pumplaser PL1 und PL2 angeordnet, die ein Pumpsignal PS1 mit einer Wellenlänge  $\lambda_B$ , die unterhalb der kleinsten Wellenlänge  $\lambda_{MI}$  des optischen Signals liegt, und ein Pumpsignal PS2 mit einer Wellenlänge  $\lambda_R$ , die oberhalb der größten Wellenlänge  $\lambda_{MA}$  des optischen Signals liegt (Figur 2), über einen Koppler K in den Lichtwellenleiter einspeist. Das Pumpsignal PS2 schwächt das optische Signal  $OS_E$  ab. Je höher die Leistung des Pumpsignals, desto schwächer wird das optische Signal. Diese Schwächung nimmt mit der Differenz der Wellenlänge des optischen Signals zur Wellenlänge des Pumplasers zu. Das Pumpsignal PS1 erhöht den Signalpegel wieder, die Verkipfung erfolgt aber in derselben Drehrichtung. Da aber der Abstand zum Frequenzband  $\lambda_s$  bzw. dessen mittlerer bzw. kleinster Wellenlänge  $\lambda_{MI}$  ungleich dem Abstand der Wellenlänge  $\lambda_R$  des zweiten Pumpsignals ist, ergibt sich ein anderer Bezug zwischen Verstärkung und Verkip-

pung. So können unterschiedliche Verkippungen bei einstellbaren Dämpfungs- oder Verstärkungswerten realisiert werden.

Soll nur ein Dämpfungsglied realisiert werden, so muß die Wirkung des Pumplasers mit „roter“ Wellenlänge (größer als die maximale Wellenlänge  $\lambda_{MA}$ ) überwiegen. Soll dagegen ein Verstärker realisiert werden, so muß die Wirkung des „blauen“ Pumplasers mit „blauer“ Wellenlänge (kleiner als die minimale Wellenlänge  $\lambda_{MI}$ ) überwiegen.

Bei einer vereinfachten Ausführungsform eines Dämpfungsgliedes, bei jedoch eine unabhängige Einstellung von Verkippung und Pegel nicht mehr möglich ist, wird nur ein „roter“ Pump-laser verwendet.

Darüber hinaus können Verstärker auch mit mindestens zwei „blauen“ Pumplasern realisiert werden, die unterschiedliche Verkippungen bei gleichen Verstärkungen ermöglichen.

Ebenso können Dämpfungsglieder mit mindestens zwei „roten“ Pumplasern realisiert werden, die unterschiedliche Verkippungen bei gleichen Dämpfungswerten ermöglichen.

In Figur 2 zeigt die Wirkung zweier Pumplaser. Der obere über der Wellenlänge gestrichelt aufgezeichnete Pegelverlauf (P - Pegel) des optischen Empfangssignals  $OS_{E1}$  weist zunächst bei kleinen Wellenlängen einen größeren und bei großen Wellenlängen einen kleinen Pegel auf. Dieser Verlauf, der den auf der Übertragungsstrecke wirksamen Raman-Effekt überkompensiert, wird durch sendeseitige oder empfangsseitige Filter oder Verstärker erzielt.

Sobald aber der Pumplaser PL2 eingeschaltet wird, kommt es zur Abschwächung des empfangenen Signals ( $OS_{E2}$ ), wobei die kurzwelligeren (höherfrequenten) Signale stärker abgeschwächt werden. Wird der Pumplaser PL1 aktiv, so wird der Pegel wieder angehoben, die Verkippung des Empfangssignals ( $OS_E$ )

verstärkt sich jedoch nochmals und es wird ein linearer Pegelverlauf erzielt.

Da die Abstände der Wellenlängen der Pumplaser zum Empfangssignal unterschiedlich sind, können Verkippung und Pegel in bestimmten Bereichen unabhängig voneinander eingestellt werden. Wenn die Wellenlängen beider Pumplaser größer als die maximale Wellenlänge des Empfangssignals sind, kann die Dämpfung in einem größeren Bereich und unabhängig von der Verkippung eingestellt werden. Entsprechendes gilt für blaue Pumplaser.

In Figur 3 zeigt einen Pumplaser PL als Teil einer Regelschaltung. Ein Teil des optischen Empfangssignals  $OS_E$  wird als Meßsignal über einen Meßkoppler K2 ausgekoppelt und einer Steuerung ST zugeführt, die die Amplitude des optischen Empfangssignals durch Steuerung des Pumplasers, der sein Pumpsignal über den Koppler K1 in den Lichtwellenleiter einspeist, konstant hält. Die Steuerung kann zusätzlich in den Empfangsteil eingreifen und nach einem vorgegebenen Schema den Pumplaser und die Verstärkung bzw. Gewinnverkippung steuern. Anstelle einer Steuerung kann auch eine Regelschaltung oder die Kombination einer Steuerung und einer Regelung eingesetzt werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Pegeleinstellung eines über einen Lichtwellenleiter (LW) übertragenen optischen Signals ( $OS_E$ ),  
5 dadurch gekennzeichnet,  
daß mindestens zwei Pumpsignale (PS1, PS2) mit unterschiedlichen Wellenlängen ( $\lambda_B$ ,  $\lambda_R$ ) in den Lichtwellenleiter (LW) eingespeist werden.
- 10 2. Verfahren zur Pegeleinstellung eines über einen Lichtwellenleiter übertragenen optischen Signals ( $OS_E$ ),  
dadurch gekennzeichnet,  
daß ein Pumpsignal (PS) eingespeist wird, dessen Wellenlänge ( $\lambda_R$ ) größer als die maximale Wellenlänge ( $\lambda_{SMA}$ ) des optischen  
15 Signals ( $OS_E$ ) ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Wellenlänge ( $\lambda_R$ ) des Pumpsignals (PS) so gewählt ist,  
20 daß eine gewünschte Verkipfung bei einer vorgegebenen Änderung der Verstärkung auftritt.
4. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
25 daß mindestens zwei Pumpsignale (PS1, PS2) eingespeist werden, deren unterschiedliche Wellenlängen ( $\lambda_R$ , ...) größer als die maximale Wellenlänge ( $\lambda_{SMA}$ ) des optischen Signals ( $OS_E$ ) sind.
- 30 4. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß ein erstes Pumpsignal (PS1) mit einer Wellenlänge ( $\lambda_B$ ) kleiner als die minimale Wellenlänge ( $\lambda_{MI}$ ) des optischen  
35 Signals (OS) eingespeist wird  
und daß ein zweites Pumpsignal (PS2) mit einer Wellenlänge ( $\lambda_R$ ) größer als die maximale Wellenlänge ( $\lambda_{MA}$ ) des optischen

Signals (OS) eingespeist wird, das einen anderen Abstand zur mittleren Wellenlänge des optischen Signals (OS) aufweist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
5 dadurch gekennzeichnet,  
daß die Pumpsignale (PS1, PS2) am empfangsseitigen Ende eines Übertragungsabschnitts (S, LW, R) eingespeist werden.

10 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Pumpleistung einstellbar ist und bei mehreren Pump-  
lasern (PL1, PL2) für jeden der Pumplaser unabhängig ein-  
stellbar ist.

15 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Amplitude eines empfangenen optischen Signals ( $OS_E$ )  
durch Einstellung der Pumpleistung konstant gehalten wird.

20 8. Anordnung zur Pegeleinstellung eines über einen Lichtwel-  
lenleiter (LW) übertragenen optischen Signals ( $OS_E$ ),  
dadurch gekennzeichnet,  
daß mindestens zwei Pumplaser (PL1, PL2) vorgesehen sind, die  
über einen optischen Koppler (K1) in den Lichtwellenleiter  
(LW) Pumpsignale (PS1, PS2) einspeisen.

9. Anordnung zur Pegeleinstellung eines über einen Lichtwel-  
lenleiter (LW) übertragenen optischen Signals ( $OS_E$ ),  
dadurch gekennzeichnet,  
30 daß ein Pumplaser (PL) vorgesehen ist, der über einen op-  
tischen Koppler (K1) in den Lichtwellenleiter (LW) ein Pump-  
signal (PS) einspeist, dessen Wellenlänge ( $\lambda_R$ ) größer als die  
Wellenlänge des optischen Signals ( $OS_E$ ) ist.

35 10. Anordnung nach Anspruch 8 oder 9,  
dadurch gekennzeichnet,

daß mindestens einer der Pumplaser (PL) am empfangsseitigen Ende eines Übertragungsabschnitts (S, LW, R) angeordnet ist.

11. Anordnung nach Anspruch 10,

5 dadurch gekennzeichnet,  
daß eine Steuerung (ST) oder Regelung vorgesehen ist, die die Amplitude und/oder Verkipfung des optischen Signals ( $OS_E$ ) einstellt bzw. regelt.

10 12. Anordnung nach Anspruch 9 oder 10,

dadurch gekennzeichnet,  
daß eine Steuerung (ST) vorgesehen ist, die die Verstärkung und/oder Verkipfung eines zugehörnden optischen Verstärkers (V) einstellt.


15




## Zusammenfassung

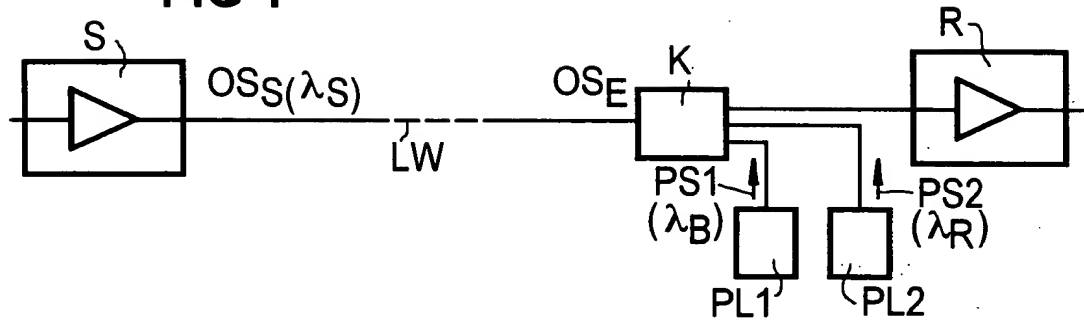
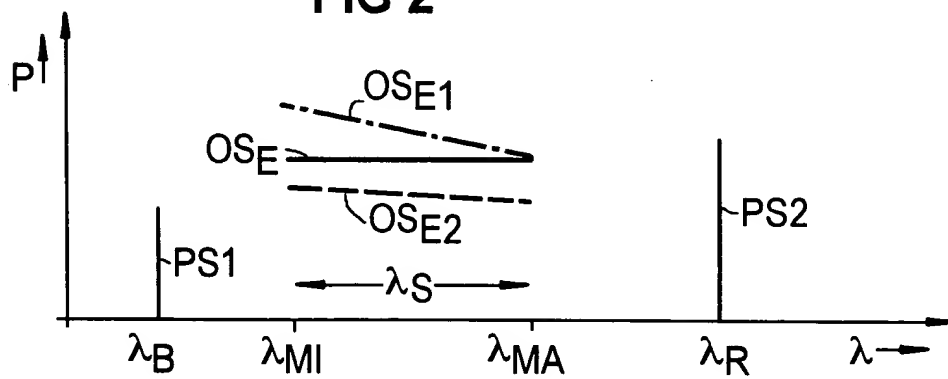
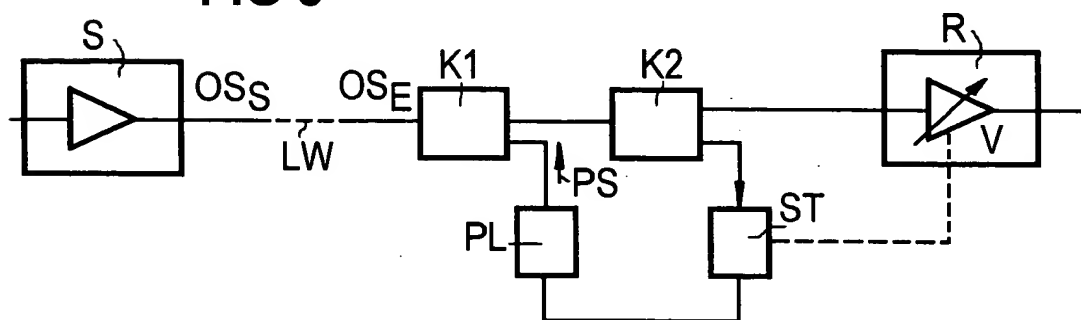
### Verfahren zur Pegeleinstellung für optische Signale

- 5 In einen Übertragungsabschnitt (SLWR) wird über einen Koppler (K1) von einem Pumplaser Pumpenergie mit einer Wellenlänge ( $\lambda_p$ ) eingespeist, die unter der Wellenlänge ( $\lambda_s$ ) des optischen Signals (OS) liegt. Mit zunehmender Pumpleistung wird das optische Empfangssignal ( $OS_E$ ) abgeschwächt, wobei Signale  
10 mit höheren Frequenzen stärker gedämpft werden.



Figur 1



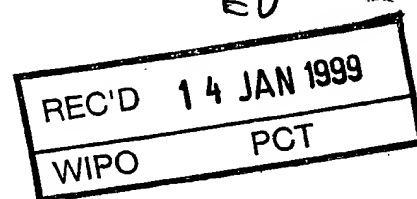
**FIG 1****FIG 2****FIG 3**

DE 98 / 03254

EV

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**Bescheinigung**

Die Siemens Aktiengesellschaft in München/Deutschland hat  
eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren zur Pegeleinstellung für optische  
Signale"

am 28. November 1997 beim Deutschen Patent- und Markenamt  
eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue  
Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patent-  
anmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vor-  
läufig die Symbole H 04 B und H 04 J der Internationalen  
Patentklassifikation erhalten.

München, den 26. November 1998  
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Aktenzeichen: 197 52 983.6

Wehner

This Page Blank (uspto)